

ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE *SLOPE MASS RATING* DAN METODE *STEREOGRAFIS* PADA *PIT* BERENAI PT. DWINAD NUSA SEJAHTERA (SUMATERA COPPER AND GOLD) KABUPATEN MUSI RAWAS UTARA PROVINSI SUMATERA SELATAN

ANALYSIS OF SLOPE STABILITY USING *SLOPE MASS RATING* AND *STEREOGRAFIS* METHOD ON *PIT* BERENAI PT. DWINAD NUSA SEJAHTERA (SUMATERA COPPER AND GOLD) MUSI RAWAS UTARA PROVINSI SUMATERA SELATAN

Audah¹, M. Taufik Toha², dan Djuki Sudarmono³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

Telp/fax. (0711) 580137; Email: Audahhelmy@gmail.com

ABSTRAK

PT. Dwinad Nusa Sejahtera (PT. DNS) merupakan perusahaan swasta yang melakukan kegiatan penambangan untuk mendapatkan emas dan mineral-mineral ikutan lainnya, seperti perak yang beroperasi di provinsi Sumatera Selatan. Setelah dilakukan pengamatan dilapangan diketahui bahwa terganggunya kestabilan lereng di PT. DNS pada pit Berenai terjadi karena hadirnya bidang diskontinuitas berupa rekahan. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan RMR diketahui kondisi batuan dilokasi penelitian dalam kategori Baik dengan bobot total RMR yang dihasilkan antara 73 sampai 77 sedangkan untuk analisis SMR diketahui bahwa kondisi lereng berada kelas II dengan bobot total SMR dilokasi penelitian antara 73 sampai 77 ini berarti bahwa lereng tersebut dalam keadaan stabil, dan setelah dilakukan analisis stereografis dengan bantuan software Rockscience Dips 6.0 kemungkinan longsor yang terjadi dilokasi penelitian adalah longsor baji karena adanya perpotongan dua bidang lemah. Jadi berdasarkan hasil analisis yang dilakukan penulis menyarankan agar dilakukannya pemetaan secara rutin terhadap kehadiran kekar yang terdapat pada lereng tambang untuk diperoleh nilai RMR yang akurat, tetap dilakukan monitoring untuk mengetahui pergerakan lerengnya, untuk mengantisipasi terjadinya longsor dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis kestabilan lereng untuk mencari faktor keamanannya.

Kata kunci: RMR, SMR, kestabilan lereng, longsor.

1. PENDAHULUAN

PT.Dwinad Nusa Sejahtera adalah perusahaan tambang emas di Indonesia. PT.Dwinad Nusa Sejahtera merupakan anak perusahaan Sumatera Copper & Gold (SCG) yang berbasis di Australia. PT. Dwinad Nusa Sejahtera yang beroperasi di provinsi Sumatera Selatan melakukan kegiatan penambangan untuk mendapatkan emas dan mineral-mineral ikutan lainnya, seperti perak,

Bentuk dari permukaan bumi yang mempunyai bentuk sudut miring dengan bidang horizontal disebut dengan lereng [1]. Lereng terbagi menjadi dua yaitu lereng alamiah dan lereng buatan, lereng alamiah adalah lereng yang terbentuk karena adanya proses geologi, misalnya tebing sungai dan lereng bukit. Lereng buatan adalah lereng yang terbentuk karena adanya proses timbunan dan galian [2]. Dalam kegiatan pertambangan terutama kegiatan tambang terbuka

faktor kestabilan lereng perlu diperhatikan karena lereng yang stabil menyebabkan lereng menjadi aman dan kecil kemungkinan terjadi longsor [3].

Masalah Stabilitas lereng menjadi hal yang penting karena berhubungan dengan kegiatan penambangan. Jika terdapat longsor pada lereng yang berdekatan dengan jalan angkut utama akan menyebabkan berbagai macam gangguan pada proses penambangandan hal itu tentu akan membahayakan jiwa dan merusak peralatan yang ada [4]. Setelah dilakukan pengamatan dilapangan diketahui bahwa terganggunya kestabilan lereng pada tambang terbuka *Pit Berenai* PT.Dwinad Nusa Sejahtera terjadi karena hadirnya bidang diskontinuitas berupa rekahan. Untuk keperluan penelitian ini, penulis memakai klasifikasi massa batuan antara lain RMR, RQD, SMR dan juga menggunakan metode stereografis.

Dalam penelitian ini perumusan yang dibahas adalah bagaimana kualitas batuan dilokasi penelitian berdasarkan klasifikasi massa batuan *Rock Mass Rating* (RMR), kondisi lereng dan tingkat kestabilan lereng menggunakan metode klasifikasi massa batuan *Slope Mass Rating* (SMR), prediksi arah umum longsor dan kemungkinan jenis longsor yang terjadi pada pit berenai berdasarkan metode kinematik (*stereografis*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas batuan, kondisi lereng dan tingkat kestabilan lereng serta arah umum longsor dan kemungkinan jenis longsor yang terjadi pada pit berenai.

Klasifikasi massa batuan dibuat dengan tujuan untuk memformulasikan pendekatan empiris untuk perancangan bukaan tambang secara umum [5]. Sistem klasifikasi massa batuan sering menggunakan lebih dari 2 parameter, tetapi tergantung juga kepada kepentingannya (Tabel 1) [5]. Metode klasifikasi massa batuan yang dikenal dengan *Rock Mass Rating* dikenalkan oleh Bieniawski (Tabel 2) [5]. Nilai RMR dapat diperoleh dengan menggunakan Pers. (1):

$$\text{RMR} = \text{UCS} + \text{RQD} + \text{Jarak kekar} + \text{Kondisi kekar} + \text{Kondisi umum air tanah} \quad (1)$$

Tabel 1. *Rock Mass Rating*

Parameter			Nilai Pembobotan				Gunakan nilai UCS		
1	Kuat tekan batuan utuh	PLI (MPa)	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	25-5 5-1 <1		
		UCS (MPa)	> 250	250-100	100-50	50-25			
	Bobot		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90 – 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
	Bobot		20	17	13	8	3		
3	Spasi kekar		> 2 m	0.6-2 m	0.2-0.6 m	0.06-0.2 m	< 0.06 m		
	Bobot		20	15	10	8	5		
4	Kondisi kekar		muka sgt kasar, tak menerus, tak terpisah, dinding tak lapuk	muka sedikit kasar pemisahan < 1 mm, dinding sedikit lapuk	muka sedikit kasar pemisahan < 1 mm, dinding sangat lapuk	muka sliken-sided gouge < 5 mm, pemisahan 1-5 mm, menerus	gouge lunak > 5 mm pemisahan > 5 mm, menerus		
	Bobot		30	25	20	10	0		
5		per 10 m panjang singkapan (Lt/men)	kosong	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
	Air tanah	Tekanan air/tegangan utama major	0	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		secara umum	Kering	Lembab	Basah	Netes	Mengalir		
	Bobot		15	10	7	4	0		

Tabel 2. Hasil Analisis *Rock Mass Rating*

Kelas	I	II	III	IV	V
Bobot <i>Rock Mass Rating</i>	81-100	61-80	41-60	21-40	<21
Deskripsi	Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk

Tabel 3. Bobot Penyesuaian Orientasi Bidang Lemah Dengan Orientasi Lereng

Tipe	Formula	Diskontinuitas	Sangat bagus	Bagus	Standar	Tidak bagus	Sangat tidak bagus
F ₁	[1-sin A] ²	Derajat	>30°	30 - 20°	20 - 10°	10 - 5°	< 5°
		Bobot	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
F ₂	Tan ² β _j	Derajat	< 20 °	20 - 30 °	30 - 35 °	35 - 45 °	45 °
		Bobot	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
F ₃	β _j – β _s	Derajat	10 °	10 - 0 °	0 °	0 - 10 °	< -10 °
		Derajat	<110 °	110 - 120 °	> 120 °	-	-
		Bobot	0	-6	-25	-50	-60
Keterangan	A = Menandakan selisih antara <i>strike</i> lereng dan <i>strike</i> diskontinuitas (α _j -α _s)						
	α _s = <i>Strike</i> lereng				β _s = <i>Dip</i> lereng		
	α _j = <i>Strike</i> diskontinuitas				β _j = <i>Dip</i> diskontinuitas		

Tabel 4. Bobot Penyesuaian Metode Penggalan

Metode penggalan lereng	Bobot F ₄
Alamiah	15
Presplitting	10
Smooth	8
Normal/Penggalan mekanis	0
Buruk	-8

Tabel 5. *Slope Mass Rating*

Kelas	I	II	III	IV	V
Bobot	100-80	80-61	60-40	40-21	0-20
Deskripsi	Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Kestabilan lereng	Sangat stabil	Stabil	Sebagian tak stabil	Tidak stabil	Sangat tak stabil
Kelongsoran	Tidak terjadi	Berupa blok	Dikontrol oleh adanya bidang lemah	Bidang atau baji	Bidang atau busur

Klasifikasi yang dikembangkan oleh Romana, 1985 yaitu SMR (Tabel 3) [6]. Parameter yang dibutuhkan untuk klasifikasi *slope mass rating* (SMR) antara lain, nilai RMR bieniawski 1979, arah (*dip direction*) dari permukaan lereng (α_s), arah (*dip direction*) bidang diskontinuitas (α_j), sudut kemiringan lereng (β_s), dan sudut kemiringan bidang

diskontinuitas (β_j). Untuk faktor koreksi metode penggalian Romana juga memberikan klasifikasi sendiri. Mulai dari lereng alami, penggalian mekanis, hingga jenis-jenis metode peledakan (Tabel 4) [6]. *Slope Mass Rating* (SMR) [7] digunakan untuk mengetahui kondisi lereng dalam kondisi stabil atau tidak stabil (Tabel 5). Nilai SMR dapat diperoleh dengan menggunakan Pers. (2):

$$SMR = RMR + (F_2 \times F_1 \times F_3) + F_4 \quad (2)$$

Analisis *stereografis* merupakan metode yang digunakan pada tahap awal dalam melakukan analisis kestabilan lereng sebelum melangkah ketahap perhitungan faktor keamanan [8]. Dengan melakukan analisis kinematik, dapat diketahui arah umum longsor dan jenis longsor yang mungkin terjadi dilokasi penelitian. Metode analisis stereografis (*stereonet*) hanya dipakai untuk batuan yang mempunyai bidang lemah atau bidang diskontinuitas seperti perlapisan, kekar, sesar, dan sebagainya [9] (Gambar 1).

Berdasarkan jenis longsor dan prosesnya, dibedakan menjadi empat macam untuk longsor batuan (Hoek and Bray, 1981) yaitu [10]:

1. Longsor Bidang (*Plane Failure*)

Adalah longsor yang terjadi karena pada bidang luncurnya rata. Seperti pada sesar, kekar maupun bidang perlapisan batuan. Longsor bidang terjadi karena syarat syarat berikut:

- Jurus (*strike*) mendekati sejajar atau hampir sejajar terhadap arah permukaan lereng (tidak lebih 20°).
- kemiringan bidang luncur kurang dari kemiringan bidang permukaan lereng ($\psi_p < \psi_i$).
- Sudut geser dalam lebih kecil dari kemiringan bidang luncur ($\phi < \psi_p$).

2. Longsor Baji (*Wedge Failure*)

Adalah longsor yang terjadi karena pada lereng tersebut adanya perpotongan dari dua bidang lemah dengan arah orientasi bidang lemah searah lereng atau berada pada zona *daylight*. Longsor baji terjadi karena syarat syarat berikut:

- Kemiringan garis potong kedua bidang lemah lebih kecil dari kemiringan lereng ($\psi_i < \psi_{fi}$).
- Sudut geser dalam lebih kecil dari sudut garis perpotongan kedua bidang lemah ($\phi < \psi_{fi}$).

3. Longsor Busur (*Circular Failure*)

Adalah longsor yang terjadi karena pada lereng tersebut terdapat banyak kekar atau bidang lemah yang menyebar dan tidak mempunyai arah umum.

4. Longsor Guling (*Toppling Failure*)

Adalah longsor yang terjadi karena orientasi bidang lemah yang dominan berlawanan terhadap kemiringan lereng.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan secara terstruktur yang terdiri dari:

a. Studi Literatur

Studi literatur dengan mempelajari referensi pustaka yang berhubungan dengan penelitian ini yang bersumber dari jurnal, buku dan laporan penelitian.

b. Pengambilan Data

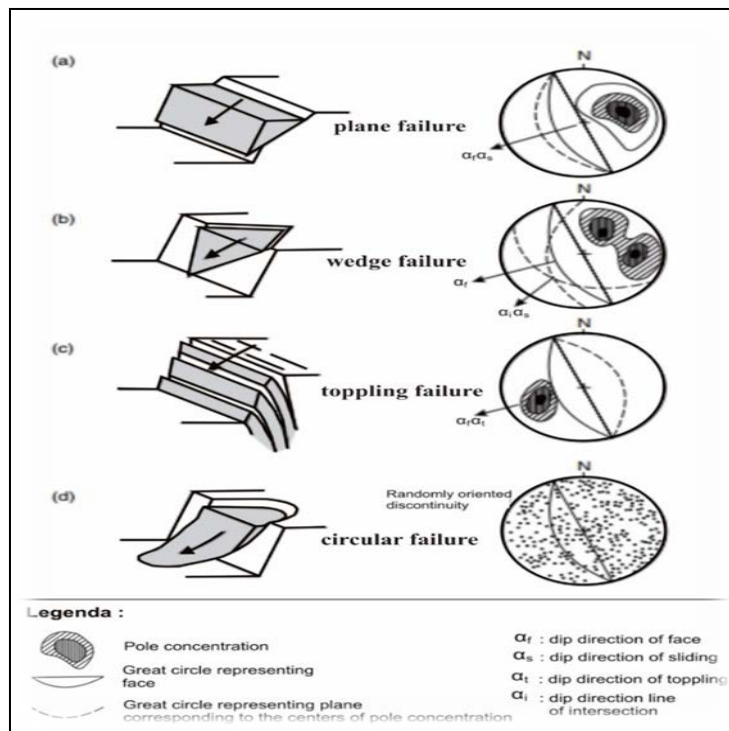
Pengambilan data berupa data yang diambil secara langsung dan data yang bersumber dari perusahaan. Data primer terdiri atas data orientasi diskontinuitas, nilai RQD batuan, jarak antar bidang diskontinuitas, kondisi bidang diskontinuitas, dan data orientasi lereng. Data sekunder terdiri atas kondisi umum air tanah, sifat fisik dan mekanik batuan, nilai UCS (kuat tekan batuan), peta topografi dan peta geologi.

c. Pengolahan dan Analisis data

Data yang diolah dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan software *Rockscience Dips 6.0* terhadap data yang didapat dari perusahaan maupun data pengamatan di lapangan dengan panduan dari dasar teori yang sudah diperoleh dari bahan-bahan pustaka yang menunjang. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung dan menganalisis menggunakan klasifikasi massa batuan RMR dan SMR untuk mengetahui kualitas massa batuan dan kondisi lereng pit berenai, dan analisis kinematik dengan menggunakan software *Rockscience Dips 6.0I* untuk mengetahui arah umum longsor dan jenis longsor yang kemungkinan terjadi di pit Berenai.

d. Kerangka Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, penulis membuat suatu kerangka penelitian untuk memudahkan langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam penelitian.



Gambar 1. Hubungan Hasil Proyeksi Orientasi Struktur Dan Lereng Terhadap Tipe Longsoran (Hoek Dan Bray, 1981 Dengan Modifikasi)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis RMR

RMR pada *pit* Berenai dilakukan pada 3 level (Gambar 3). RMR ditentukan berdasarkan parameter-parameter dalam RMR meliputi data kekuatan *strength* batuan (UCS), data *Rock Quality Designation* (RQD), data jarak antar bidang diskontinuitas, kondisi bidang diskontinuitas, dan kondisi umum air tanah. Nilai dari parameter-parameter tersebut akan dijumlahkan sehingga diperoleh nilai RMR dan kelas masa batuan. Setelah dilakukan klasifikasi RMR diketahui bahwa kondisi lereng pada *pit* Berenai dalam kategori Baik (Tabel 6).

a. Lokasi 1

$$\text{RMR} = 7 + 20 + 15 + 21 + 10 \\ = 73$$

b. Lokasi 2

$$\text{RMR} = 7 + 20 + 15 + 21 + 10 \\ = 73$$

c. Lokasi 3

$$\text{RMR} = 7 + 20 + 20 + 20 + 10 \\ = 77$$

3.2. Analisis SMR

Slope Mass Rating (SMR) diketahui dengan memperhitungkan bobot nilai dari parameternya antara lain bobot total analisis *Rock Mass Rating*, orientasi *strike* lereng dan *strike* diskontinuitas (F1), orientasi *dip* diskontinuitas (F2), orientasi *dip* lereng dan *dip* diskontinuitas (F3) dan metode penggalian yang diterapkan dalam pembentukan lereng (F4). Hasil pembobotan nilai SMR menyatakan bahwa kondisi lereng dalam keadaan stabil (Tabel 7).

a. Lokasi 1

Joint set 1

$$\text{SMR} = 73 + (1 \times 0.15 \times 0) + 0 \\ = 73$$

Joint set 2

$$\text{SMR} = 73 + (1 \times 0.15 \times 0) + 0$$

$$= 73$$

b. Lokasi 2

Joint set 1

$$\text{SMR} = 73 + (1 \times 0.15 \times 0) + 0$$

$$= 73$$

Joint set 2

$$\text{SMR} = 73 + (1 \times 0.15 \times 0) + 0$$

$$= 73$$

c. Lokasi 3

Joint set 1

$$\text{SMR} = 77 + (1 \times 1 \times 0) + 0$$

$$= 77$$

Joint set 2

$$\text{SMR} = 77 + (1 \times 0.15 \times 0) + 0$$

$$= 77$$

3.3. Analisis Stereografis

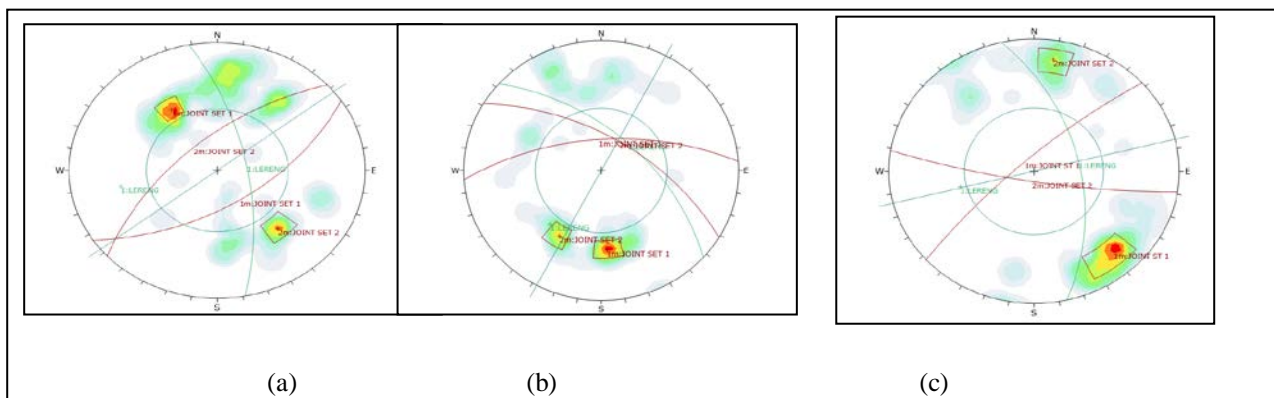
Setelah melakukan pembobotan menggunakan klasifikasi massa batuan *Slope Mass Rating*. Untuk mengetahui jenis longsoran yang terjadi serta arah umum bidang luncur, analisis yang selanjutnya dilakukan adalah analisis kinematik menggunakan proyeksi stereografis menggunakan perangkat lunak Dips ver.6.1. Berikut ini adalah hasil dari proyeksi stereografis di setiap lokasi (Gambar 2). setelah dilakukan analisis kinematik dengan bantuan *software Rockscience Dips 6.0* kemungkinan longsor yang terjadi di lokasi penelitian adalah longsor baji. Untuk lokasi 1 dengan prediksi arah longsoran N 232° E, lokasi 2 dengan prediksi arah longsoran N 21° E, dan lokasi 3 dengan prediksi arah longsoran N 256° E.

Tabel 6. Pembobotan Rock Mass Rating di Lokasi Penelitian.

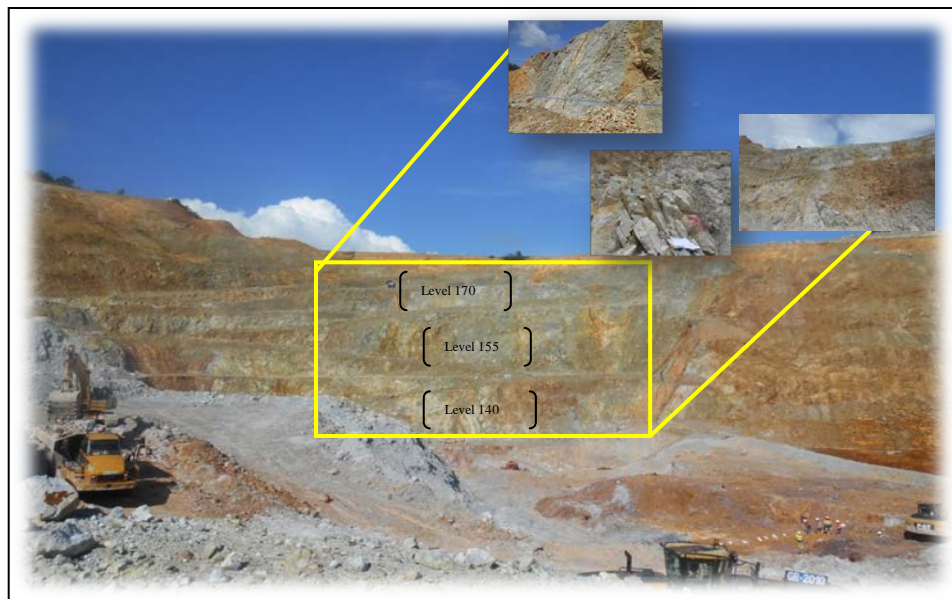
Lokasi	Lokasi Penelitian	Bobot Total	Klasifikasi Batuan	Deskripsi Batuan
1	Level 170	73	Kelas II	Baik
2	Level 155	73	Kelas II	Baik
3	Level 140	77	Kelas II	Baik

Tabel 7. Pembobotan Slope Mass Rating Perlokasi

Lokasi	Level	SMR	Klasifikasi kelas	Deskripsi	Kestabilan Jengjang	Kemungkinan Bentuk Longsoran
1	170	73	II	Baik	Stabil	Berupa blok
2	155	73	II	Baik	Stabil	Berupa blok
3	140	77	II	Baik	Stabil	Berupa blok



Gambar 2. Proyeksi Stereografis Lokasi 1 (a), Proyeksi Stereografis Lokasi 2 (b), Proyeksi Stereografis Lokasi 3 (c)



Gambar 3. Kondisi Lereng Pada Lokasi Penelitian.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan pembobotan klasifikasi *Rock Mass Rating* kualitas batuan di lokasi penelitian secara umum batuan dideskripsikan termasuk kategori batuan baik. Dimana bobot untuk lokasi 1 bernilai 73 untuk lokasi 2 bernilai 73, dan untuk lokasi 3 bernilai 77.
2. Kondisi Lereng berdasarkan analisis klasifikasi *Slope Mass Rating*, dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng pada dinding barat berada dikelas II, ini berarti bahwa lereng pada lokasi penelitian dalam keadaan stabil.
3. Setelah dilakukan analisis *stereografis* dengan bantuan *software* Dips V 6 kemungkinan longsor yang terjadi di lokasi penelitian adalah longsor baji karena adanya perpotongan antar bidang lemah dan menghadap ke lereng. Untuk lokasi 1 dengan prediksi arah longsoran $N 232^{\circ} E$, lokasi 2 dengan prediksi arah longsoran $N 28^{\circ} E$, dan lokasi 3 dengan prediksi arah longsoran $N 256^{\circ} E$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rai, M.A., Kramadibrata, S., dan Wattimena, R.K., (2014), *Mekanika Batuan*. Bandung. Laboratorium Geomekanika dan Peralatan Tambang Institut Teknologi Bandung.
- [2] Terzaghi, K., (1925). *Theoretical Soil Mechanics for Civil and Mining Engineers*. London: Granada
- [3] Alvian, M.C., (2012), Analisis Tingkat Kestabilan Lereng Blok Melak, Kutai Barat, Kalimantan Timur, *Skripsi*, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran", Yogyakarta.
- [4] Rajagukguk, O.C.P., dan Monintja, T.A.E.S., (2014), Analisis Kestabilan Lereng (Kawasan Citraland sta. 1000 m), *Jurnal Sipil Statik* Vol. 2, No. 3: 139-147
- [5] Bieniawski, Z.T. (1984). *Rock Mechanics Design In Open pit Mining*. Boston: A.A Balkema.
- [6] Romana, M., Seron, J.B (2003)., Montalar, E., "SMR *Geomechanics Classification: application, Experince and Validation* ISMR, *Technology roadmap for rock mechanics*", South African Institute of Mining and Metallurgy.
- [7] Swana, G.W. (2012). Analisis Kestabilan Lereng dan Desain Lereng Final menggunakan Metode Slope Mass Rating dan Rock Mass Rating di Kabupaten Tanah Laut, Pada Tambang Batubara Terbuka, Provinsi Kalimantan Selatan, *Skripsi*, Program Studi Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- [8] Baba, K., dkk, 2012, Slope Stability Evaluations by Finite Element Methods and Limit Equilibrium Applied to a Railway in the Moroccan Rif, *Journal of Civil Engineering* No. 2: 27-32.

- [9] Hudson, J.A. (1997). *Engineering Rock Mechanics An Introduction to The Principles*. United Kingdom: Elsevier Science Ltd.
- [10] Hoek E., and Bray J. W. 1981. *Rock Slope Engineering, third edition, the Institution of Mining and Metallurgical*. London : The Institute Mining And Metallurgy.